

STUDI EKSPERIMENTASI PERBANDINGAN KARAKTERISTIK CAMPURAN TANAH BERPASIR DAN KAOLIN DENGAN CARA DYNAMIC DAN STATIK COMPACTION

Gawit Hidayat

Staf Pengajar Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat

Abstract

One of the many factors that affect the compaction is the way of its compaction, the common ways which used in laboratory are Standard and Modified Proctor. The aim of this research are to use the comparison of characteristic value of soil mixtures of Padalarang Sandy Soil and Nagrek Kaolinite in the static and dynamic compaction and find a relationship among CBR with Static and Dynamic Cone Penetrometer.

This research shows that at the same condition of dry density and optimum water content the compacted soil with static way get static force 8 ton and 11 ton to close standard and modified proctor results, and also to have the characteristic values less bigger than dynamic one about 3.75% to 46.68%. This item can be shown by permeability tests and the characteristics by california bearing ratio, static and dynamic cone penetrometer. Besides the water content, the percentage of Padalarang Sandy Soil and Nagrek Kaolinite's mixture very affect the mechanic properties such as increasing of soil against the mixture with Nagrek Kaolinite will tend decreasing the CBR and qc value and increasing N DCP value. The trend of regresion curve resulted by static and dynamic compaction is similar. The approach equations which often used are non linear equations therefore the results are in a good enough and satisfied regresion coefficient about 0.8 to 1.

Based on the result of tests also show that the soil mixtures of Padalarang Sandy Soil and Nagrek Kaolinite is not stable against soaked process where can be seen with the tedency of the characteristic value can not be measured in the soaked condition.

Kata kunci : Static Compaction, Dynamic Compaction

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

Kompaksi adalah pemadatan tanah yang dilakukan dengan energi mekanik. Untuk tanah cohesionless lebih efisien apabila dikompaksi dengan vibrasi. Sedangkan untuk material tanah yang berbutir halus dan tanah-tanah cohesive lebih sesuai dengan dynamic compaction (proctor), kneading compactors (gyratory) dan static (sistem pembebanan press).

Untuk pekerjaan di lapangan untuk tanah-tanah berbutir kasar (cohesionless soil) pengkompaksiannya biasanya dilakukan dengan hand-operated vibrating plate, vibratory roller dengan berbagai ukuran. Sedangkan untuk tanah-tanah berbutir halus menggunakan peralatan kompaksi antara lain seperti hand operated tamper, sheepfoot roller, rubber-tired roller, dan tipe-tipe alat-alat kompaksi berat lainnya.

Tujuan dari kompaksi adalah meningkatkan properties massa tanah. Adapun alat-alat kompaksi untuk uji laboratorium adalah alat kompaksi dengan sistem impact atau dinamik, sistem kneading, dan statik. Sistem impact atau dinamik sudah banyak dikenal dan sering digunakan seperti standard proctor yang biasanya digunakan untuk rencana perkerasan lalu lintas ringan, dan modified proctor untuk lalu lintas berat. Sedangkan sistem-sistem lainnya belum begitu sering digunakan atau belum familiar untuk negara Indonesia. Hal ini disebabkan karena belum adanya suatu informasi yang jelas mengenai static compaction untuk itu penulis merasa perlu melakukan suatu eksperimentasi uji statis ini yang masih berpedoman pada uji impact atau dynamic compaction dan sekaligus untuk mengetahui suatu gambaran mengenai pengaruh sistem pembebanan dinamik dibandingkan dengan sistem pembebanan statik terhadap nilai karakteristik tanahnya.

1.2. Maksud dan Tujuan

Pada umumnya sangat sulit menentukan kadar air optimum dengan langsung melakukan pemadatan di lapangan, sehingga diperlukan percobaan pemadatan di laboratorium yang hasilnya dipakai sebagai pedoman untuk menentukan syarat-syarat yang harus dipenuhi pada waktu pemadatan di lapangan. Penelitian ini bertujuan yaitu :

1. Untuk mengetahui besarnya tekanan atau gaya dengan interval waktu tertentu yang diperlukan dalam sistem static compaction terhadap sistem impact atau dynamic compaction.
2. Untuk mengetahui perbandingan nilai karakteristik tanah pascakompaksi dinamik dan statik.

2. Pengertian Kompaksi

Dibidang mekanika tanah arti reduksi pori pada massa tanah dinamakan Konsolidasi, Kompaksi (densifikasi). Praktek penggunaan cara tersebut telah berkembang, sehingga terdapat perbedaan arti antara konsolidasi dan kompaksi.

Konsolidasi secara umum digunakan untuk menerangkan reduksi pori lambat karena terdapat pembebanan statis yang biasanya disertai keluarnya air dari rongga pori. Sedangkan kompaksi adalah sebaliknya yaitu menerangkan proses reduksi air pori yang cepat yang sengaja dibuat oleh alat-alat mekanik selama proses konstruksi.

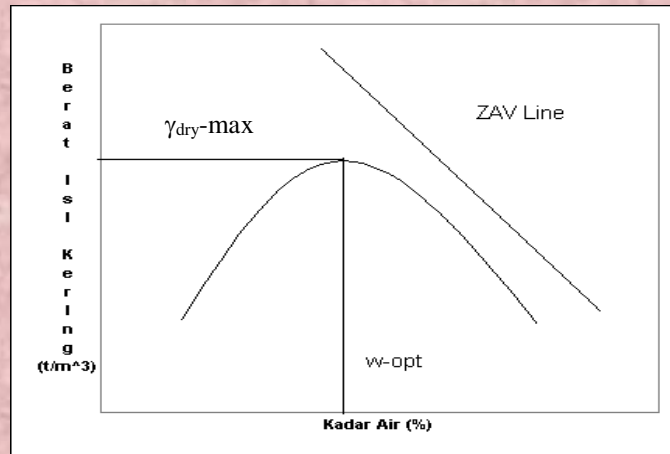
Kompaksi adalah proses pemadatan tanah secara mekanis dengan menambahkan air pada tanah sehingga menyebabkan terjadinya proses lubrication antar partikel-partikel tanah, dimana partikel-partikelnya akan mudah slip atau bergerak antara partikel satu dengan lainnya sehingga terbentuk struktur yang lebih padat.

2.1. Tujuan Dan Pentingnya Kompaksi

Dengan adanya kompaksi maka kepadatan tanah akan meningkat sehingga kondisi tanah semakin membaik seperti : kekuatan geser tanah bertambah, permeabilitas dan kompresibilitas tanah berkurang, serta memperkecil pengaruh air (watertighness)

Biasanya faktor ekonomis menentukan seberapa besar kepadatan yang harus didapat dilapangan. Untuk mendapatkan kepadatan kering maksimum maka perlu dilakukan uji kepadatan di laboratorium.

Hasil uji laboratorium tersebut dinyatakan dalam bentuk kurva kompaksi, seperti gambar 1.



Gambar 1.
Kurva Kompaksi tanah Kohesif
(Braja M. Das, 1985, Advanced Soil Mechanics)

Hubungan berat isi kering dan kadar air, dapat dinyatakan dalam rumus :

$$\gamma_d = \frac{\gamma_b}{(1 + w)}$$

dimana : γ_d = berat isi kering (t/m^3)

γ_b = berat isi basah (t/m^3)

w = kadar air

Beberapa faktor yang mempengaruhi kepadatan tanah yang dikompaksi yaitu: kadar air, energi kompaksi, struktur dan jenis tanah, cara pemadatan, muai/kembang dan susut, kandungan bahan kimia, dan thixotrophy

3. METODOLOGI PENELITIAN

Untuk menentukan kadar air optimum biasanya dilakukan percobaan di laboratorium. Adapun urutan kerja tersebut dimulai dari pemilihan dan pengambilan sampel tanah, kemudian dilakukan pengujian secara mekanis dengan menggunakan modified proctor dari lima sampel dengan kadar air yang berbeda sehingga didapatkan berat isi kering pada kadar air optimum. Berat isi kering ini yang akan dijadikan acuan

pada pengujian sistem statik, sehingga dengan cara trial and error akan didapatkan besarnya tekanan atau gaya dengan interval waktu tertentu untuk mencapai berat isi kering yang mendekati dengan yang didapatkan pada uji standard dan modified proctor. Dari hasil pemadatan ini kemudian dilakukan uji karakteristik kekuatan untuk mengetahui perbandingan karakteristik tanahnya apabila dilakukan dengan uji DCP (Dynamic Cone Penetrometer), CBR (California Bearing Ratio), dan juga Static Cone SCPT (Static Cone Penetrometer Test) serta pengukuran permeabilitasnya.

3.1. Pemilihan dan Pengambilan Contoh Sampel

Sampel uji yang diperlukan dalam uji tes mekanis ini merupakan sampel disturbed, sehingga proses pemilihan dan pengambilan sampel tidak begitu memerlukan perhatian khusus. Sampel yang dipilih pada penelitian ini ada dua yaitu untuk tanah I adalah tanah Pasir Padalarang yang biasanya digunakan sebagai material timbunan jalan dan bangunan. Untuk tanah II adalah Kaolin Nagrek yang biasanya digunakan sebagai salah satu bahan dalam pembuatan keramik.

Sampel tanah yang akan digunakan dalam penelitian ada lima macam yaitu :

⇒ Tanah I (Pasir dari Padalarang)

⇒ Tanah II (Kaolin dari Nagrek)

⇒ Tanah Campuran :

- Campuran I terdiri dari 75 % Tanah I dan 25 % Tanah II
- Campuran II terdiri dari 50 % Tanah I dan 50 % Tanah II
- Campuran III terdiri dari 25 % Tanah I dan 25 % Tanah II

3.2. Prinsip Kerja Uji Statik

Uji kompaksi statik disini adalah suatu pengujian dengan menggunakan mold yang sama dengan mold yang digunakan pada uji Standard atau Modified Proctor, dimana pembebanannya masih menggunakan peralatan Dongkrak dengan kapasitas 50 ton, yang prinsip kerjanya sama dengan alat uji kuat tekan bebas, dimana dongkrak/jack diletakkan diatas sebuah pelat lebar dan dibawah mold yang akan dipadatkan. Desakan yang ditimbulkan oleh dongkrak ditahan dengan suatu frame baja dengan kapasitas sekitar 15 ton . Untuk bantuan pemadatan dipasang suatu batang silinder dan suatu pelat sehingga tekanan atau pressure dari dongkrak akan bekerja secara merata pada permukaan sampel yang akan dipress. Pengujian ini dilakukan dengan tetap mengacu pada berat isi dan kadar air yang sama seperti yang didapatkan pada pemadatan dinamik, dan setelah pemberian tekanan selama 1 menit kemudian dilakukan pembacaan manometer.

3.3. Pengujian Sifat-Sifat Mekanis

Untuk memperlihatkan karakteristik perilaku tanah setelah dikompaksi dengan uji dinamik dan statik pada kadar air optimum dari lima jenis sampel tersebut, maka dilakukan uji sifat mekanis yaitu dengan uji DCP, CBR, Permeabilitas, dan SCPT.

4. Data-Data Hasil Pengujian

Dari pengujian-pengujian yang telah dilakukan didapatkan data-data sifat fisik dan mekanis. Kemudian data-data ini diolah dan dianalisa sehingga diperoleh hasil yang mendukung untuk mencapai tujuan yang diharapkan dalam penelitian ini.

4.1. Sifat Fisik (Indeks Properties)

Hasil percobaan sifat fisik pada sampel tanah yang diteliti adalah sebagai berikut:

Tabel.1. Hasil Pengujian Sifat fisik Disturb Sampel

Keterangan	Tanah I	Tanah II	Camp. I	Camp.II	Camp. III
1. Spesific Gravity	2.638	2.603	2.577	2.578	2.572
2. Batas Cair	NP	39.800	35.200	37.000	37.800
3. Batas Plastisitas	NP	34.017	30.414	31.533	32.293
4. Index Plastisitas	NP	5.784	4.786	5.467	5.507
5. Lolos # 200 (%)	26.05	98.30	39.10	57.45	75.50
6. Prosentase Kerikil (%)	11	0	11	7	5
7. Prosentase Pasir (%)	63	2	50	36	20
8. Prosentase Silt (%)	21	55	28	26	33
9. Prosentase Lempung (%)	5	44	11	32	43

Keterangan : NP = Non Plastik

4.2. Sifat Mekanis

Sifat mekanis diukur dengan alat uji CBR, DCP, SCPT dan permeabilitas pada sampel yang telah dipadatkan dengan menggunakan metoda pemadatan statik dan dinamik.

4.2.1. Besaran Dynamic Cone Penetrometer (N DCP)

Besaran pengujian dynamic cone penetrometer untuk sampel dari hasil kompaksi disajikan dalam bentuk tabel 2. Untuk besaran N DCP digunakan Penetrabilitas Skala Penetrometer (SPP) yang dinyatakan dalam mm/tumbukan.

Tabel 2. Besaran Dynamic Cone Penetrometer

N DCP OMC (mm/tumbukan)	Standard Proctor	Modified Proctor	Standard Statik	Modified Statik
1. Tanah I	23.33	11.33	15.4	9.33
2. Campuran I	20	8.75	12.428	7.571
3. Campuran II	18.25	7.50	11.7	7.625
4. Campuran III	16	9.25	9.2	7.3
5. Tanah II	13.5	10	8.25	8.68

Sumber : hasil pengujian

4.2.2. Uji Tahanan Konus Laboratorium

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui dan membandingkan besarnya tahanan konus tanah campuran yang telah dipadatkan . Alat yang digunakan dalam tes ini adalah Hand Operated Penetrometer dan peralatan sondir dengan menggunakan konus yang mempunyai sudut 30° yang ditusukkan tepat ditengah-tengah pusat mold. Hasil pengujian ini diperlihatkan pada tabel 3.

Tabel 3. Tahanan Konus Lab Untuk Kondisi Modified Unsoaked

Tahanan Konus Lab (qc) (kg/cm ²)	Modified Proctor				Modified Static			
1. Tanah I	45	60	45	60	65	65	65	70
2. Tanah II	90	110	105	100	115	90	95	110
3. Campuran I	70	65	100	70	85	90	85	90
4. Campuran II	80	90	90	90	90	115	105	107
5. Campuran III	110	115	115	115	120	115	110	110
Tahanan Konus Lab (qc) (kg/cm ²)	Standard Proctor				Standard Static			
1. Tanah I	20	15	25	30	55	50	50	60
2. Tanah II	80	65	75	75	95	100	95	100
3. Campuran I	60	60	55	55	65	65	65	70
4. Campuran II	50	50	55	60	70	70	75	75
5. Campuran III	75	70	65	65	80	80	75	75

Sumber : hasil pengujian

4.2.3. Pengukuran Permeabilitas

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh usaha pemadatan baik itu pemadatan dinamik maupun statik terhadap sifat permeabilitasnya. Metoda yang dipakai adalah metoda Falling Head. Hasil percobaan dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengukuran Koefisien Permeabilitas Pascakompaksi

Permeabilitas K (cm/detik)	Pemadatan Dinamik	Pemadatan Statik
1. Tanah I	1.431E-04	4.065E-05
2. Campuran I	4.109E-06	3.031E-07
3. Campuran II	1.884E-06	2.243E-07
4. Campuran III	1.867E-06	1.646E-07
5. Tanah II	2.309E-07	1.356E-07

Sumber : hasil pengujian

4.2.4. Uji CBR (California Bearing Ratio)

Pengujian california bearing ratio dilakukan terhadap dua kondisi, baik unsoaked maupun soaked (terendam). Nilai CBR untuk masing-masing kondisi unsoaked (kering) pada tabel 5 dan 6 di bawah ini.

Tabel 5. Hasil Uji CBR Pada Modified Proctor Unsoked

CBR (%)	Modified Proctor Unsoaked					
	10 x		25 x		56 x	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
1. Tanah I	5.12	6.82	20.08	24.93	29.33	35.30
2. Tanah II	22.57	25.76	33.47	40.16	37.29	43.99
3. Campuran I	10.56	13.87	28.42	43.11	33.22	62.32
4. Campuran II	12.49	12.59	20.49	32.23	33.61	60.83
5. Campuran III	6.89	13.98	20.49	36.07	36.82	56.77

Sumber : hasil pengujian

Tabel 6. Hasil Uji CBR Standard Proctor Unsoaked

CBR (%)	Standard Proctor Unsoaked					
	10 x		25 x		56 x	
	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"	0.1"	0.2"
1. Tanah I	0.89	0.70	3.09	6.55	9.84	13.91
2. Tanah II	4.78	4.97	12.05	14.66	22.57	23.72
3. Campuran I	1.64	2.63	6.49	9.39	13.78	23.99
4. Campuran II	3.20	3.41	7.36	8.54	14.41	18.78
5. Campuran III	4.80	6.17	10.24	16.22	14.41	23.05

Sumber : hasil pengujian

5. Pembahasan

5.1. Analisa Uji Nilai Karakteristik Pascakompaksi

Dari pengujian kompaksi yang telah dilakukan dengan metoda statik pada tanah campuran dengan mengacu pada nilai dry density yang mendekati hasil tes kompaksi standard dan modified proctor, didapatkan suatu hasil yang menunjukkan karakteristik yang berbeda untuk masing-masing jenis tanah campuran. Perbedaan ini akan diperlihatkan berdasarkan hasil-hasil Uji DCP, dan SCPT. Dari Kedua tes ini akan dibuat suatu korelasi yang tetap mengacu kepada uji sifat karakteristik standard seperti CBR.

5.2. Tinjauan Pengaruh Metoda Pemadatan

Dari pengujian yang telah dilakukan dipakai besar gaya pengepressan 8 ton atau 438 ton/m² untuk pemadatan statik standard dan 11 ton atau 600 ton/m² untuk modified statik dengan interval waktu penekanan sekitar 1 menit. Dengan besar tekanan ini didapatkan suatu hasil yang mendekati dry density yang dicapai dengan tes standard dan modified proctor seperti yang diperlihatkan pada tabel 7 di bawah ini.

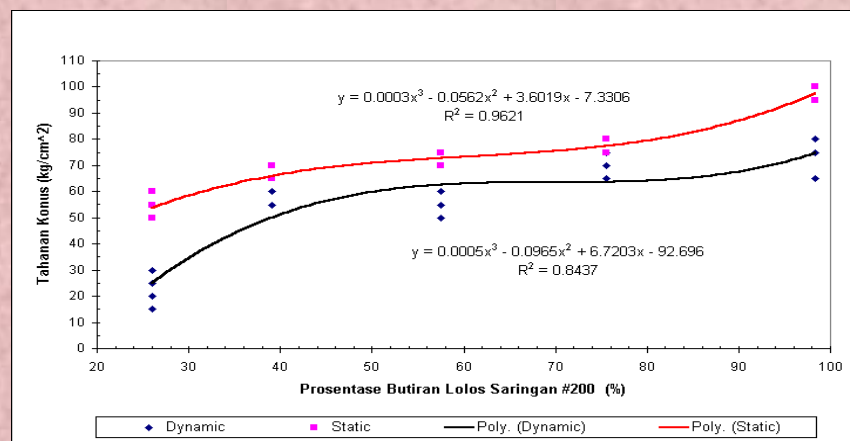
Tabel 7. Dry Density Hasil Pemadatan Dinamik dan Statik

Material	Dry Density (t/m ³) Pada OMC			
	Std. Proctor	Std. Statik	Mod.Proctor	Mod.Statik
	Mold 6"	Mold 6"	Mold 6"	Mold 6"
1. Tanah I	1.213	1.216	1.303	1.295
2. Tanah II	1.229	1.24	1.357	1.351
3. Campuran I	1.375	1.384	1.497	1.485
4. Campuran II	1.363	1.394	1.403	1.411
5. Campuran III	1.279	1.285	1.403	1.416
Beban/Gaya Pematat	5.5 lbs	8 Ton	10 lbs	11 Ton

Sumber : hasil pengujian

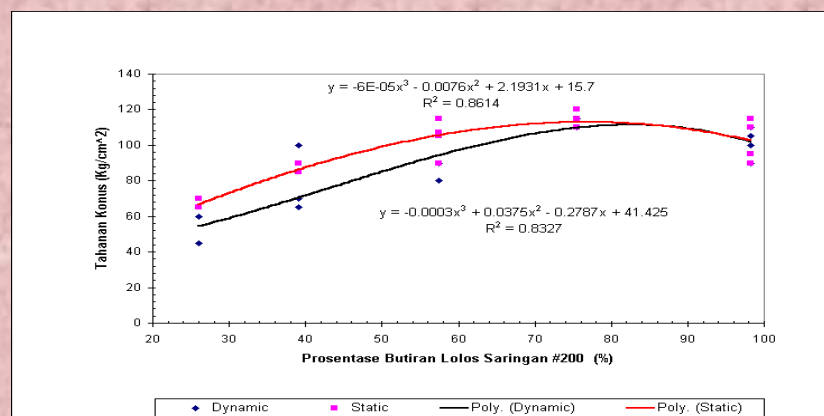
5.3. Percobaan Tahanan Konus Laboratoium (SCPT)

Dari pengujian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa nilai karakteristik pada pemadatan statik lebih besar daripada pemadatan dinamik baik itu kondisi standard maupun modified seperti yang ditunjukkan pada gambar 2 dan gambar 3. Pada kedua metoda pemadatan ini memperlihatkan suatu kurva yang similar, dimana pemadatan statik menunjukan suatu hasil yang lebih besar dari dinamik. Gambaran fenomena pada pemadatan modified dan standard menunjukkan semakin banyak butir halus atau semakin banyak butir yang lolos saringan #200 maka akan semakin tinggi harga tahanan konus lab qc yang didapatkan.



Gambar 2.

Grafik Hub Tahanan Konus Terhadap Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Standard

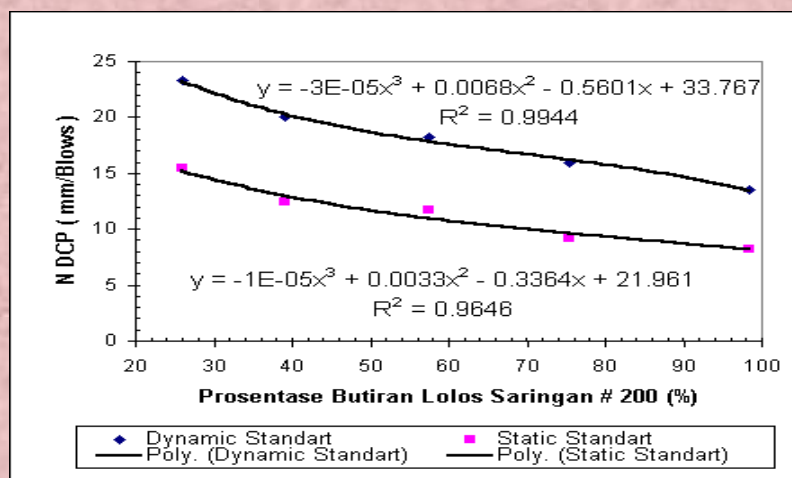


Gambar 3.

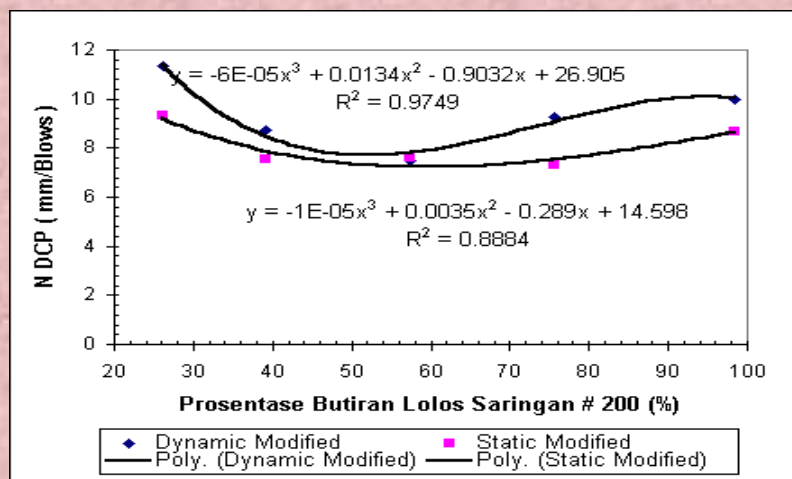
Grafik Hub Tahanan Konus Terhadap Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Modified

5.4. DCP (Dynamic Cone Penetrometer Test)

Pada pengujian dynamic cone penetrometer didapatkan nilai N-DCP pemadatan statik lebih kecil daripada N-DCP pemadatan dinamik seperti pada gambar 4 dan gambar 5. Adapun selisih penambahan nilai karakteristik N-DCP pemadatan dinamik terhadap pemadatan statik adalah 36% s/d 40% untuk kondisi pemadatan standard dan 4% s/d 20% untuk kondisi pemadatan modified.



Gambar 4.
Grafik Hubungan Nilai N DCP vs Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Standard



Gambar 5.
Grafik Hubungan Nilai N DCP vs Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Modified

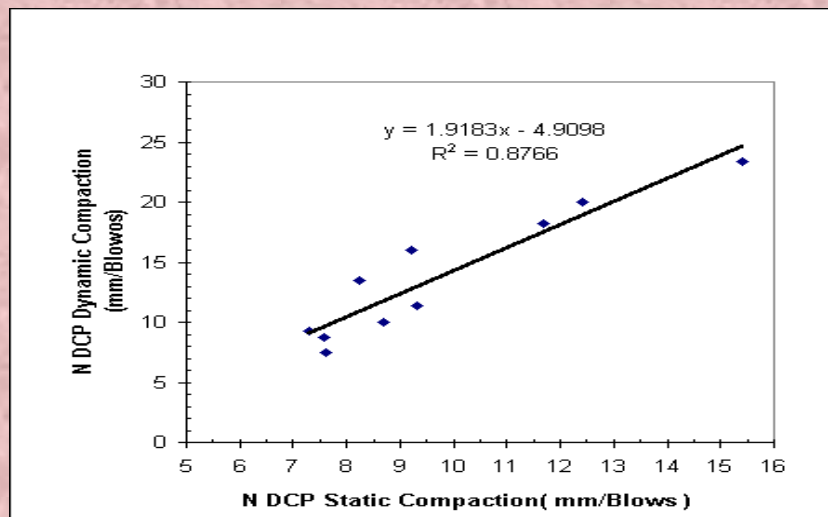
Untuk korelasi antara N-DCP pemadatan statik dan N-DCP pemadatan dinamik dicoba didekati dengan regresi linear maupun non linear seperti terlihat pada gambar 6 dan 7, dimana didapatkan persamaan untuk :

- ⇒ Regresi linier dengan koefisien regresi (R^2)=0.8766

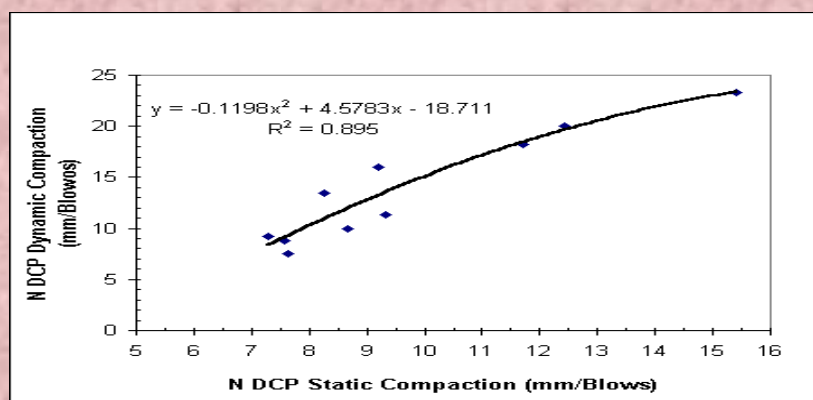
$$N\text{-DCP}_{\text{dinamik}} = 1.9183N\text{-DCP}_{\text{statik}} + 4.9098$$

- ⇒ Regresi non linier dengan koefisien regresi (R^2)=0.895

$$N\text{-DCP}_{\text{dinamik}} = -0.1198(N\text{-DCP}_{\text{statik}})^2 + 4.5783 N\text{-DCP}_{\text{statik}} - 18.711$$



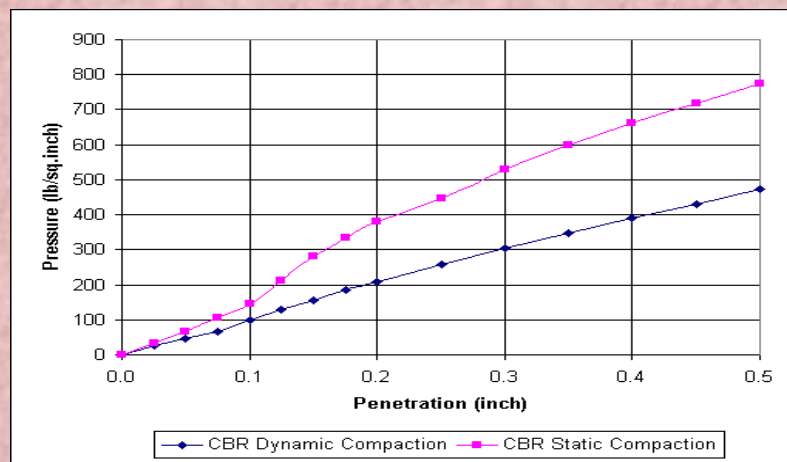
Gambar 6.
Grafik Hub. Nilai N DCP Pemadatan Statik vs N DCP Dinamik
Dengan Regresi Linear



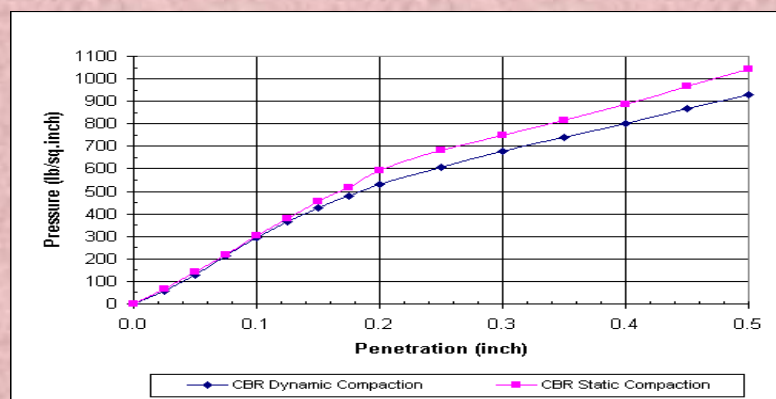
Gambar 7.
Grafik Hub. Nilai N DCP Pemadatan Statik vs N DCP
Pemadatan Dinamik Dengan Regresi Non Linear

5.5. Percobaan CBR (California Bearing Ratio)

Hasil pengujian california bearing ratio pada kondisi unsoaked menunjukkan bahwa karakteristik nilai CBR pada penetrasi 0,1 “ yang didapatkan dari pemadatan statik mempunyai harga yang lebih besar daripada pemadatan dinamik yaitu berkisar dari 13,52 s/d 46,68 % untuk pemadatan standard dan 3,75 s/d 34,78 % untuk pemadatan modified, seperti diperlihatkan pada gambar 8 dan 9, dimana untuk penetrasi 0,1”, pemadatan statik menghasilkan pressure 46,86 % lebih besar dari pemadatan dinamik untuk pemadatan standard dan 3,75 % untuk pemadatan modified.

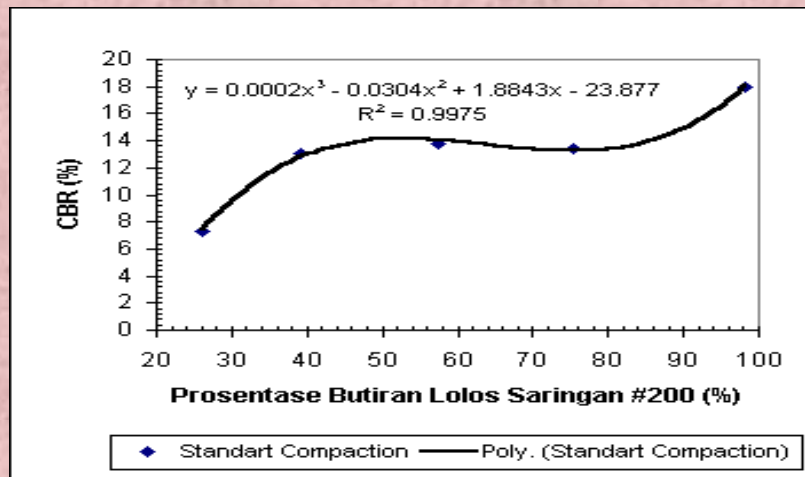


Gambar 8
Grafik Hub. Pressure vs Penetration
Pada Pemadatan Standard Untuk Tanah I

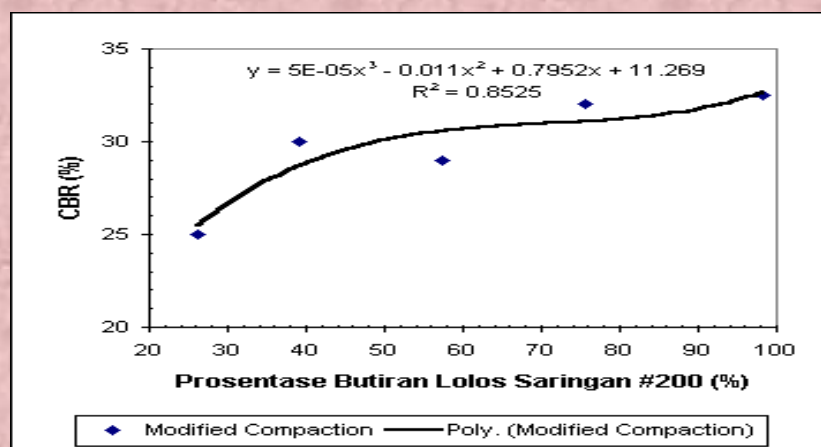


Gambar 9.
Grafik Hub. Pressure vs Penetration
Pada Pemadatan Modified Untuk Tanah I

Untuk pengaruh pemadatan pada tanah campuran, gambaran nilai CBR dapat dilihat pada gambar 10 dan 11. Dimana dapat disimpulkan bahwa semakin sedikit butiran halus yang lolos saringan #200 akan mengurangi atau menurunkan nilai CBR, hal ini terlihat jelas seperti trend kurva yang ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



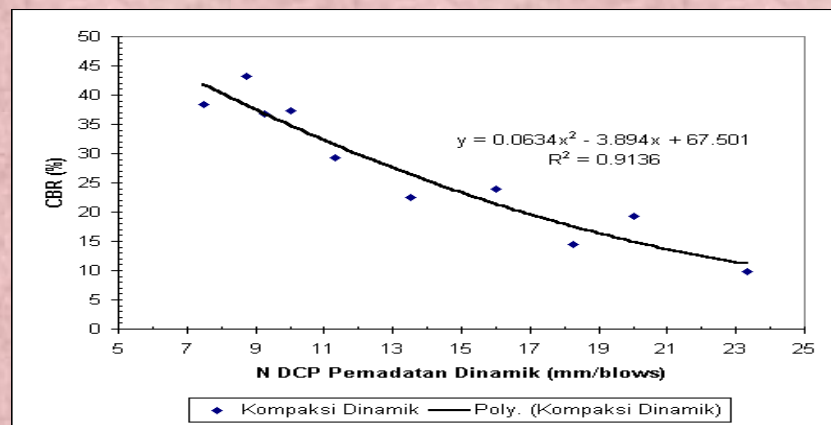
Gambar 10.
Grafik Hub. Nilai CBR Design vs Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Standard Proctor



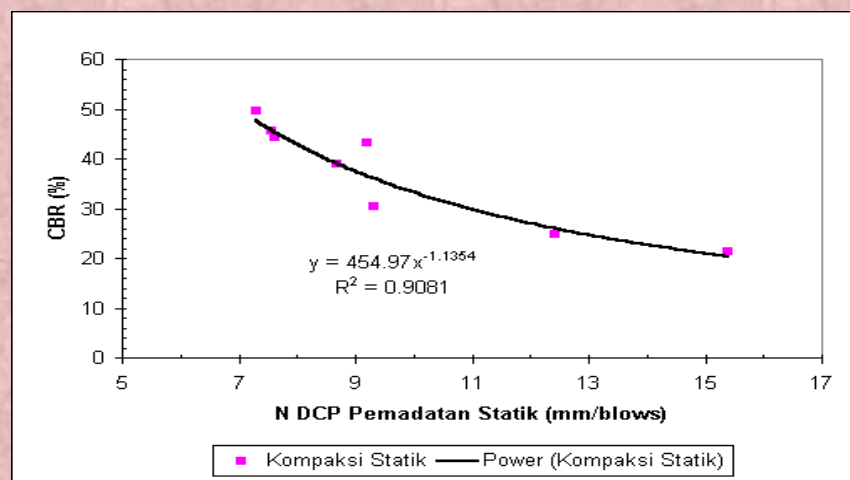
Gambar 11.
Grafik Hub. Nilai CBR Design vs Prosentase Butiran Lolos Saringan #200 Pada Pemadatan Modified Proctor

5.6. Korelasi N DCP terhadap Nilai CBR

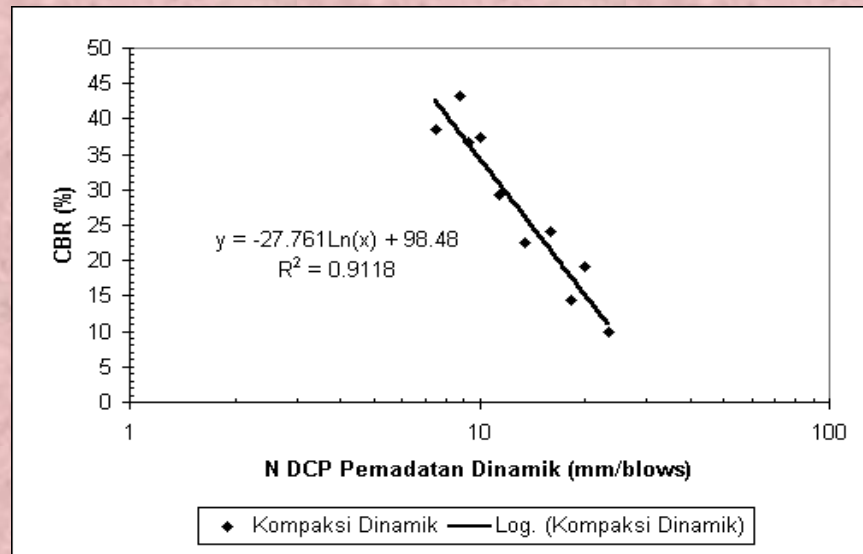
Pada gambar 12 dan 13 diperlihatkan suatu hubungan antara N DCP dengan CBR yang dicoba didekati dengan suatu persamaan non linear baik itu regresi polynomial maupun power sehingga didapatkan koefisien regresi yang cukup baik yaitu untuk pemadatan dengan cara dinamik menunjukkan harga $R^2=0.9136$ dan untuk pemadatan dengan cara statik $R^2=0.9198$. Dan pada kedua gambar ini ditunjukkan bahwa semakin besar harga N DCP semakin kecil nilai CBR yang didapatkan. Trend kurva ini akan menjadi lurus atau mendekati linear apabila dirubah dalam skala semilog seperti yang diperlihatkan pada gambar 14 dan 15.



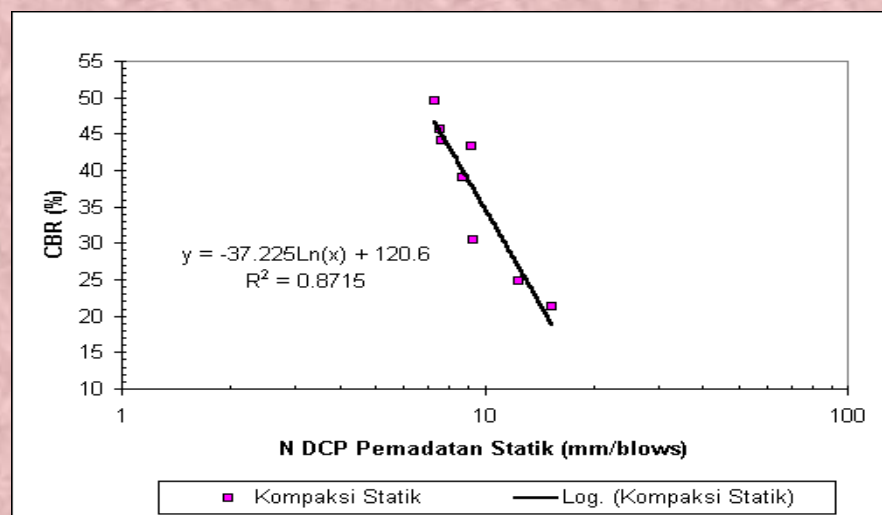
Gambar 12.
Grafik Hub. Nilai CBR–N DCP Untuk Pemadatan Dinamik



Gambar 13.
Grafik Hub. Nilai CBR–N DCP Untuk Pemadatan Statik



Gambar 14.
Grafik Hub Nilai CBR–N DCP Untuk Pemadatan Dinamik
Dalam Skala Semilog

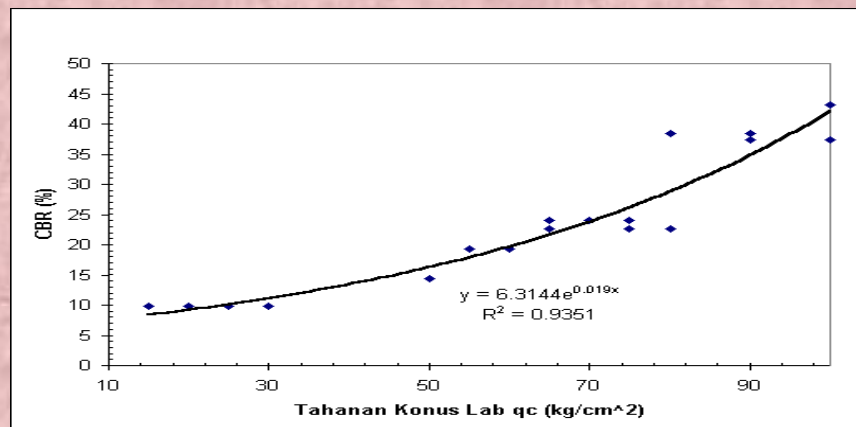


Gambar 15.
Grafik Hub Nilai CBR–N DCP Untuk Pemadatan Statik
Dalam Skala Semilog

5.7. Korelasi Tahanan Konus qc Terhadap Nilai CBR

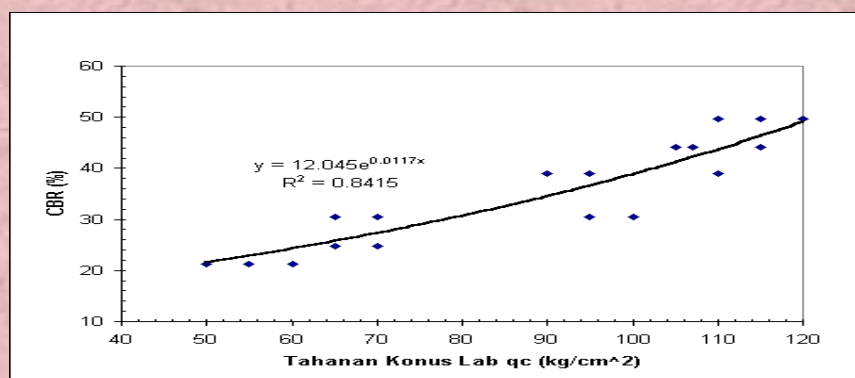
Tahanan konus merupakan besaran penting yang diukur pada uji sondir, dimana tahanan konus ini merupakan gaya penetrasi persatuan luas penampang konus (qc). Untuk mencari korelasi antara tahanan konus lab terhadap nilai CBR dibuat suatu pengujian tersendiri yaitu dengan melakukan pengujian CBR dari sampel hasil

pemadatan secara statik dan CBR dari hasil pemadatan secara dinamik dimana pemadatan secara statik masih mengacu kepada dry density yang didapatkan dari pemadatan secara dinamik sehingga didapatkan hasil seperti gambar 16 dan 17. Dari pengujian tersebut didapatkan suatu trend kurva hubungan CBR dengan tahanan konus lab yang cukup baik baik untuk pemadatan secara statik maupun dinamik. Hasil ini memperlihatkan suatu trend regresi yang similar baik untuk pemadatan secara dinamik maupun statik. Dari trend kurva yang ada menunjukkan bahwa semakin besar tahanan konus yang dihasilkan oleh suatu sampel maka akan semakin besar pula CBR yang dihasilkannya. Untuk trend regresi yang paling baik adalah dengan menggunakan persamaan regresi non linear eksponensial, yang mana koefisien regresi (R^2) yang didapatkan adalah 0.9351 dan 0.8415



Gambar 16.

Grafik Hub. Tahanan Konus q_c vs CBR Untuk Pemadatan Dinamik



Gambar 17.

Grafik Hub. Tahanan Konus q_c Vs CBR Untuk Pemadatan Statik

6.1. Kesimpulan

Beberapa kesimpulan pokok mengenai hasil penelitian yang mengetengahkan perbedaan nilai karakteristik hasil pemadatan kompaksi statik dan dinamik serta korelasinya terhadap uji standard adalah sebagai berikut :

1. Untuk mendekati dry density yang didapatkan pada pemadatan standard dan modified proctor pada kadar air optimum, didapatkan suatu gaya pemadatan kompaksi statik sebesar 8 ton dan 11 ton dengan waktu penekanan selama 1 menit.
2. Trend kurva karakteristik untuk pemadatan secara kompaksi statik adalah serupa dengan kompaksi dinamik, dimana nilai karakteristik kompaksi statik lebih besar daripada kompaksi dinamik.
3. Dari hasil uji karakteristik dengan Dynamic Cone Penetrometer didapatkan korelasi yang cukup baik antara pemadatan secara kompaksi statik dan dinamik, dimana hubungan bisa didekati dengan persamaan regresi linear maupun non linear seperti pada persamaan dibawah ini :
 - Untuk Persamaan Linear dengan $R^2 = 0.8766$

$$N_DCP_{dinamik} = 1.9183 N_DCP_{statik} - 4.9098$$
 - Untuk Persamaan Non Linear dengan $R^2 = 0.895$

$$N_DCP_{dinamik} = -0.1198(N_DCP_{statik})^2 + 4.5783 N_DCP_{statik} - 18.711$$
4. Berdasarkan hasil pengujian Tahanan konus, trend kurva untuk kondisi pemadatan standard dan modified menunjukan kenaikan nilai tahanan konus qc dengan semakin banyaknya butiran halus yang lolos saringan #200. Persamaan yang paling baik untuk menggambarkan trend kuva regersinya adalah dengan persamaan non linear dimana didapatkan koefisien regresi berkisar dari 0.8349 dan 0.9606.

6. Trend kurva yang dihasilkan dari uji karakteristik dengan California Bearing Ratio menunjukkan bahwa semakin besar prosentase butir yang lolos saringan #200 maka semakin tinggi harga CBR yang didapatkan. Adapun persamaan regresi pendekatan yang digunakan untuk menunjukkan hubungan CBR design dengan prosentase butiran lolos saringan #200 adalah lebih baik didekati dengan persamaan non linear polynomial dimana koefisien regresi yang didapatkan adalah cukup baik yaitu 0.9975 dan 0.8525.
7. Korelasi antara N DCP dengan CBR adalah lebih sesuai didekati dengan suatu persamaan regresi non linear baik itu dengan model eksponensial maupun power. Trend kurvanya menunjukkan semakin besar harga N DCP maka akan semakin kecil harga CBR yang didapatkan. Trend kurva akan cenderung linear apabila persamaan yang digunakan dalam semilog.
8. Untuk korelasi antara Tahanan Konus q_c terhadap CBR lebih sesuai didekati dengan model eksponensial. Trend kurva menunjukkan bahwa semakin besar nilai q_c yang didapatkan maka akan semakin besar juga harga CBR yang didapatkan.
9. Pada uji permeabilitas didapatkan hasil yang menunjukkan bahwa pemadatan secara kompaksi statik mempunyai nilai koefisien permeabilitas yang lebih kecil dari pemadatan secara kompaksi dinamik.
10. Hasil pemadatan tanah campuran kondisi soaked dengan metoda kompaksi statik menunjukkan kecendrungan pengembangan sedikit lebih besar dari yang dipadatkan secara kompaksi dinamik. Selain itu juga pengembangan ini dipengaruhi oleh banyaknya butiran yang lolos saringan #200.

6.2. Saran

Dari penelitian ini diharapkan bisa dijadikan dasar untuk penelitian-penelitian selanjutnya yang berhubungan dengan topik ini. Penulis menyarankan untuk dilakukan penyelidikan lebih lanjut mengenai :

1. Pemadatan dinamik dan statik dengan Energi Pemadatan yang lebih bervariasi sehingga bisa didapatkan suatu hubungan antara energi pemadatan dinamik dan statik yang lebih mewakili.
2. Faktor pengaruh curing time dan thixotrophy terhadap perkuatan tanah campuran pasir dan kaolin agar bisa lebih diperhatikan.
3. Seperti tipe cone penetrometer yang lain, static dan dynamic cone penetrometer dimasukkan dalam peralatan investigasi lapangan, sehingga validity hubungan CBR-N DCP serta CBR-qc yang didapatkan dilaboratorium harus dicek di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

1. ATKINS, Harold N., Highway Materials, Soil, And Concretes, A Prentice-Hall Company, 2nd edition, 1983.
2. BOWLESS, E.J., Engineering Properties of Soil And Their Measurement, McGraw-Hill International Student Edition, 2nd edition, 1978.

3. BOWLESS,E.J.,Physical and Geotechnical Properties of Soil, McGraw-Hill International Student Edition,2nd edition,1984.
4. BRAJA,M.DAS, Advanced Soil Mechanics, Mc Graw-Hill Book Company,Singapore,1983.
5. HAUSMANN, MANFRED R, Engineering Principles Of Ground Modification, Mc Graw-Hill Book Company,Singapore,1990.
6. HOLTZ,R.D.and W.D. KOVACK, An Introduction to Geotechnical Engineering, Prentice Hall,Inc,1981.
7. IRWAN M., dan SOELARNO, Korelasi Hasil Uji Sondir Dengan Jenis Dan Parameter Tanah Di Beberapa Daerah Di Indonesia, Tesis, Pascasarjana ITB, Bandung 1993.
8. JACK A. HORISON, Correlation of CBR And Dynamic Cone Penetrometer Strength Measurement of Soils, Tesis, Pascasarjana ITB, Bandung 1984.
9. JOHAN ISKANDAR, Studi Experimental Pengujian Sondir Mini Pada Dua Jenis Tanah Kohesif Yang Dikompaksi Dengan Energi Standart Proctor, Skripsi, Unpar 1990.
10. KREBS, R.D.and WALKER, R.D., Highway Materials, McGraw-Hill Inc., 1971.
11. LAMBE, T.WILLIAM, Soil Mechanics, John Willey and Sons Inc,New York,1969.
12. SEED,H.B. and CHAN,C.K., Strukture and Strength Characteristic of Compacted Clays, Journal Soil Mechanics and Foundation Division, ASCE, Vol.85,SM 5,pp.87-128,1959.